

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing: 25 November 1999 (25.11.99)	
International application No.: PCT/EP99/03378	Applicant's or agent's file reference: K7104PCT
International filing date: 17 May 1999 (17.05.99)	Priority date: 20 May 1998 (20.05.98)
Applicant: DÜBEL, Olaf et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:
01 October 1999 (01.10.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer: J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

E-K

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts K7104PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 03378	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17/05/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 20/05/1998
Anmelder VOLKSWAGEN et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01M8/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 360 679 A (BUSWELL RICHARD F ET AL) 1. November 1994 (1994-11-01) Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 2 Spalte 8, Zeile 12 - Zeile 20; Ansprüche 1-13	1
A	US 4 657 829 A (MCELROY JAMES F ET AL) 14. April 1987 (1987-04-14) Ansprüche 1-3	1-16
A	EP 0 833 401 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 1. April 1998 (1998-04-01) Ansprüche 1-14	1-16
A	US 5 658 681 A (SATO MITSURU ET AL) 19. August 1997 (1997-08-19) Ansprüche 1-15	1-16

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. September 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Battistig, M

THIS PAGE BLANK (US)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/03378

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5360679	A	01-11-1994	AU 668488 B	02-05-1996
			AU 7631094 A	21-03-1995
			CA 2146326 A,C	02-03-1995
			EP 0671059 A	13-09-1995
			JP 8502855 T	26-03-1996
			WO 9506335 A	02-03-1995
US 4657829	A	14-04-1987	CA 1214512 A	25-11-1986
			DE 3345956 A	28-06-1984
			GB 2133207 A,B	18-07-1984
			JP 59139578 A	10-08-1984
EP 0833401	A	01-04-1998	JP 10101302 A	21-04-1998
US 5658681	A	19-08-1997	JP 8106914 A	23-04-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/03378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01M8/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category * Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages

Relevant to claim No.

X	US 5 360 679 A (BUSWELL RICHARD F ET AL) 1 November 1994 (1994-11-01) column 2, line 54 - column 3, line 2 column 8, line 12 - line 20; claims 1-13	1 1-16
A	US 4 657 829 A (MCELROY JAMES F ET AL) 14 April 1987 (1987-04-14) claims 1-3	1-16
A	EP 0 833 401 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 1 April 1998 (1998-04-01) claims 1-14	1-16
A	US 5 658 681 A (SATO MITSURU ET AL) 19 August 1997 (1997-08-19) claims 1-15	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * "E" earlier document but published on or after the international filing date
- * "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

* "T" later document published after the international filing or priority date and not in conflict with the application cited to understand the principle or theory underlying the invention

* "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken into account

* "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 1999

Date of mailing of the international search report

04/10/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Battistig, M

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/03378

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5360679	A	01-11-1994	AU 668488 B	02-05-1996
			AU 7631094 A	21-03-1995
			CA 2146326 A,C	02-03-1995
			EP 0671059 A	13-09-1995
			JP 8502855 T	26-03-1996
			WO 9506335 A	02-03-1995
US 4657829	A	14-04-1987	CA 1214512 A	25-11-1986
			DE 3345956 A	28-06-1984
			GB 2133207 A,B	18-07-1984
			JP 59139578 A	10-08-1984
EP 0833401	A	01-04-1998	JP 10101302 A	21-04-1998
US 5658681	A	19-08-1997	JP 8106914 A	23-04-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

K7104

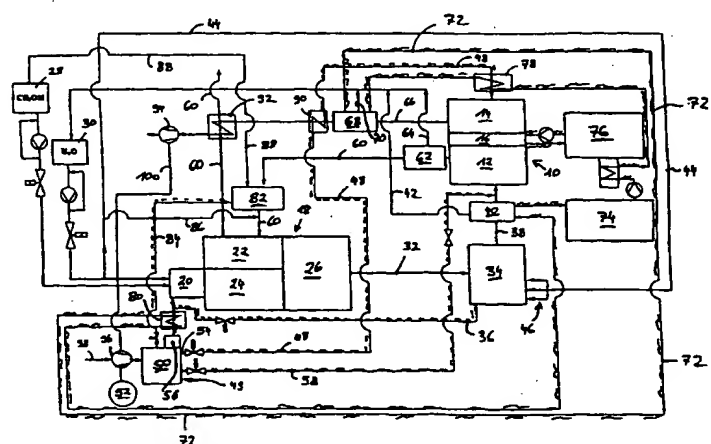


PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01M 8/06		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/60647
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. November 1999 (25.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/03378 (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Mai 1999 (17.05.99) (30) Prioritätsdaten: 198 22 691.8 20. Mai 1998 (20.05.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-38436 Wolfsburg (DE). AB VOLVO [SE/SE]; S-405 08 Göteborg (SE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DÜBEL, Olaf [DE/DE]; Altes Mühlenfeld 51A, D-38550 Isenbüttel (DE). KÖNIG, Axel [DE/DE]; Galgenkamp 13, D-38448 Wolfsburg (DE). EKDUNGE, Per [SE/SE]; Gibraltargatan 96, S-412 79 Göteborg (SE). ALIN, Peter [SE/SE]; Humlegränden 16, S-261 39 Landskrona (SE). REINKINGH, Jessica, Grace [NL/US]; 333 Lancaster Avenue #709, Frazer, PA 19355 (US). MALLANT, Ronald [NL/NL]; Koggewaard 83, NL-1824 GP Alkmaar (NL). (74) Gemeinsamer Vertreter: VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT; Brieffach 1770, D-38436 Wolfsburg (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING ELECTRICAL ENERGY USING A FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN ELEKTRISCHER ENERGIE MITTELS EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS



(57) Abstract

The invention relates to a fuel cell system, especially one serving as propulsion system of a motor vehicle, comprising an autothermic reformer unit (18) to generate hydrogen from a raw material (28) for operating a fuel cell unit (10) mounted downstream, whereby an oxidation device (34) for converting carbon monoxide into carbon dioxide is arranged between the reformer unit (18) and the fuel cell unit (10). A water injection device (46) is provided in the oxidation device (34) to inject water into said device.

EL59460803448

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference K7104PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/03378	International filing date (day/month/year) 17 May 1999 (17.05.99)	Priority date (day/month/year) 20 May 1998 (20.05.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01M 8/06		
Applicant VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 01 October 1999 (01.10.99)	Date of completion of this report 26 April 2000 (26.04.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-9, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages _____, filed with the letter of _____,
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-16, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. _____, filed with the letter of _____,
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 99/03378

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

None of the prior art documents, either singly or in combination, justify an objection under PCT Article 33(2) or 33(3).

US 5 360 679

Although the reformat passed through the CO→CO₂ oxidizer units (172 and 174) contains some water, no additional water is injected into any of these units. The selective oxidizer unit (142) is supplied with water exclusively for cooling purposes and said water is not combined with the reformat. The cooling water therefore does not participate in the carbon monoxide oxidation reaction. In contrast, in the present invention water is injected into the oxidizer (34) to achieve the combination of advantages described on page 4, paragraph 3 of the description.

US 4 657 829

In this case too water from the unit (34) is passed through the oxidizer unit (24) (shift reactor) for cooling purposes only.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

EP 0 833 401

In Figure 1 of this document both reformat (line 36) and a fuel-water mixture (line 16) are introduced into the selective oxidizer unit (34). This mixture, however, is not injected but passed separately through an outer area of the unit (34), where it is heated. It does not participate in the oxidation reaction of the reformat carbon monoxide.

US 5 658 681

The disclosure of this document is similar to that of US 4 657 829. Water from the humidifier (52) is added to the reformed gas only downstream of the CO remover (34), before said reformed gas is introduced into the fuel cell.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 99/03378

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

- (i) Claim 12 could have been formulated more clearly.
- (ii) The term "autothermal" in Claim 4 is not used in the preceding claims.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PROVISIONAL INTERNATIONAL REPORT OF EXAMINATION

I. Basis for the Report

1. This report was prepared on the basis of (substitute pages, which were submitted to the Patent Office in response to a request pursuant to Article 14, are considered within the framework of this report as "originally filed", and are not enclosed with the report, since they do not include any revisions.):

Specification, pages:

1-9 original version

Patent Claims, no.:

1-16 original version

Drawings, pages:

1/1 original version

V. Substantiated Determination According to Article 35(2) with Respect to Novelty, Inventive Activity, and Industrial Applicability; Documents and Clarifications in Support of this Determination

1. DETERMINATION

Novelty	Claims 1-16	YES
	Claims	NO

[Faint, illegible handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Inventive	Claims 1-16	YES
Activity	Claim	NO
Industrial	Claims 1-16	YES
Applicability	Claims	NO

2. DOCUMENTS AND CLARIFICATIONS

See supplemental sheet.

VIII. Specific Remarks Regarding the International Application

For the clarity of the patent claims, the Specification, and the drawings, and in regard to the question whether the full scope of the claims is supported by the Specification, the following is to be remarked:

See supplemental sheet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**PROVISIONAL INTERNATIONAL REPORT OF EXAMINATION
SUPPLEMENTAL SHEET**

Section V.2: Citations and Explanations

None of the related art documents, either alone or in combination, justifies an objection under Article 33(2) or (3) PCT.

U.S. 5,360,679

Although the reformates directed through the CO-CO₂ oxidation units 172 and 174 have water in them, no additional water is injected into any of these units. Even in selective oxidation unit 142, water is only passed through for cooling reasons, and is not mixed with the reformat. In this respect, this cooling water does not take part in the oxidation reaction of carbon monoxide. In contrast, the water of the present invention, which is injected into the oxidation device (34), is associated with the combination of advantages in the third paragraph, on page 4 of the present Specification.

U.S. 4,657,829

In this case, water from the unit 34 is also only passed through the oxidation unit 24 (shift reactor) for cooling reasons.

EP 0 833 401

In Figure 1 of this document, both the reformates (via line 36) and a mixture of fuel and water (via line 16) are directed into the selective oxidation unit 34. However, this mixture is not injected in, but directed separately through an outer region of the unit 34, for the singular purpose of being warmed up; and this mixture does not take part in the oxidation reaction of the carbon monoxide in the reformates.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

U.S. 5,658,681

The disclosure of this document is similar to that of document '829. Water from the water unit 52 is only added to the reformed gas, downstream from the CO-removal unit 34, before the reformed gas is introduced into the fuel cell.

Section VIII: Specific Observations under Article 6 PCT

- (i) Claim 12 could have been formulated more clearly.
- (ii) The word "autothermal" in Claim 4 has no precursor.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 28 APR 2000

WIPO

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts K7104PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/03378	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17/05/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 20/05/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01M8/06		
Anmelder VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 01/10/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 26.04.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Fitzpatrick, J Tel. Nr. +49 89 2399 8570 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/03378

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-9 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-16 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-16
	N in: Ansprüche	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Sektion V.2: Zitierungen und Erklärungen

Keine der Dokumente des Stands der Technik, weder allein oder zusammen betrachtet, rechtfertigt einen Einwand unter Artikel 33(2) oder (3) PCT.

US 5 360 679

Obwohl die Reformate, die durch die CO-CO₂-Oxidationseinheiten 172 und 174 geleitet wird, einen Wasser Anteil hat, wird in keine dieser Einheiten zusätzliches Wasser eingespritzt. Auch in Selektiv-oxidationseinheit 142 wird Wasser lediglich zum Zweck der Abkühlung durchgeführt und wird nicht mit der Reformate gemischt. Insofern nimmt dieses Abkühlungswasser nicht an der Oxidationsreaktion von Kohlenmonoxid teil. Im Gegensatz, das in die Oxidationseinrichtung (34) eingespritzte Wasser der vorliegenden Erfindung ist mit der Kombination der Vorteile im dritten Absatz auf Seite 4 der vorliegenden Beschreibung verbunden.

US 4 657 829

Hier auch wird Wasser von der Einheit 34 lediglich durch die Oxidationseinheit 24 (Shift-Reaktor) zum Zweck der Abkühlung durchgeführt.

EP 0 833 401

In Figur 1 dieses Dokuments wird sowohl Reformate (durch Leitung 36) als auch eine Mischung aus Brennstoff und Wasser (durch Leitung 16) in die Selektiv-Oxidationseinheit 34 hineingeführt. Diese Mischung wird jedoch nicht hineingespritzt sondern wird separat durch einen Außenbereich der Einheit 34 geführt um da lediglich aufgewärmt zu werden und nimmt nicht an der Oxidationsreaktion des Kohlenmonoxids der Reformate teil.

US 5 658 681

Dieses Dokument stellt eine ähnliche Offenbarung zu deren des Dokuments '829 da. Wasser wird nur nach der CO-Entfernungseinheit 34 von der Wassereinheit 52 zum reformierten Gas zugefügt, bevor dies in die Brennstoffzelle hineingeführt wird.

Sektion VIII: Bestimmte Bemerkungen Unter Artikel 6 PCT

(i) Anspruch 12 hätte klarer formuliert werden können.

(ii) Das Wort "autothermen" des Anspruchs 4 hat keinen Vorläufer.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01M 8/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/60647 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. November 1999 (25.11.99)
---	-----------	--

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/03378

(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Mai 1999 (17.05.99)

(30) Prioritätsdaten:
 198 22 691.8 20. Mai 1998 (20.05.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-38436 Wolfsburg (DE). AB VOLVO [SE/SE]; S-405 08 Göteborg (SE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DÜBEL, Olaf [DE/DE]; Altes Mühlenfeld 51A, D-38550 Isenbüttel (DE). KÖNIG, Axel [DE/DE]; Galgenkamp 13, D-38448 Wolfsburg (DE). EKDUNGE, Per [SE/SE]; Gibraltargatan 96, S-412 79 Göteborg (SE). ALIN, Peter [SE/SE]; Humlegränden 16, S-261 39 Landskrona (SE). REINKINGH, Jessica, Grace [NL/US]; 333 Lancaster Avenue #709, Frazer, PA 19355 (US). MALLANT, Ronald [NL/NL]; Koggewaard 83, NL-1824 GP Alkmaar (NL).

(74) Gemeinsamer Vertreter: VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT; Brieffach 1770, D-38436 Wolfsburg (DE).

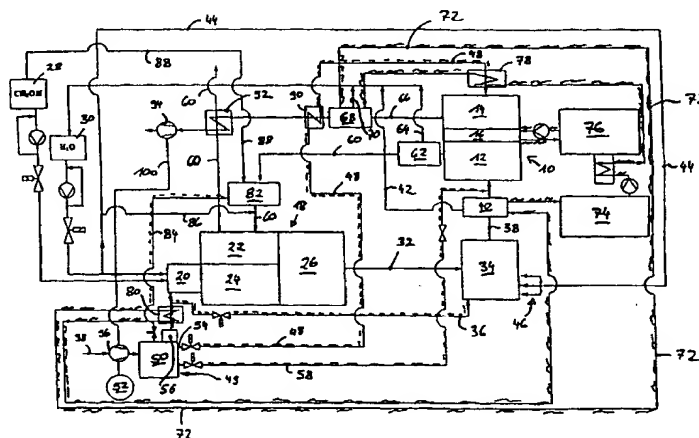
(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

*Mit internationalem Recherchenbericht.
 Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.*

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING ELECTRICAL ENERGY USING A FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN ELEKTRISCHER ENERGIE MITTELS EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS



(57) Abstract

The invention relates to a fuel cell system, especially one serving as propulsion system of a motor vehicle, comprising an autothermic reformer unit (18) to generate hydrogen from a raw material (28) for operating a fuel cell unit (10) mounted downstream, whereby an oxidation device (34) for converting carbon monoxide into carbon dioxide is arranged between the reformer unit (18) and the fuel cell unit (10). A water injection device (46) is provided in the oxidation device (34) to inject water into said device.

(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, insbesondere als Antriebssystem eines Kraftfahrzeuges, mit einer autothermen Reformereinheit (18) zum Erzeugen von Wasserstoff aus einem Rohstoff (28) zum Betreiben einer nachgeschalteten Brennstoffzelleneinheit (10), wobei zwischen Reformereinheit (18) und Brennstoffzelleneinheit (10) eine Oxidationseinrichtung (34) zum Umwandeln von Kohlenmonoxid in Kohlendioxid angeordnet ist. Hierbei ist eine Wassereinspritzeinrichtung (46) an der Oxidationseinrichtung (34) vorgesehen, welche in diese Wasser einspritzt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie mittels eines Brennstoffzellensystems

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, insbesondere als Antriebssystem eines Kraftfahrzeuges, mit einer Reformereinheit zum Erzeugen von Wasserstoff aus einem Energieträger, insbesondere einem flüssigen Rohstoff unter Zufuhr von Luft zum Betreiben einer nachgeschalteten Brennstoffzelleneinheit, wobei zwischen Reformereinheit und Brennstoffzelleneinheit eine Oxidationseinrichtung zum Umwandeln von Kohlenmonoxid in Kohlendioxid angeordnet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie mittels eines Brennstoffzellensystems, insbesondere für ein Antriebssystem eines Kraftfahrzeuges, wobei zum Betreiben einer Brennstoffzelleneinheit Wasserstoff in einem Reformerverfahren aus einem Rohstoff unter Zufuhr von Luft erzeugt wird, wobei nach dem Reformerverfahren und vor der Brennstoffzelleneinheit Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid oxidiert wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Aus der EP 0 217 532 ist ein katalytischer Wasserstoffgenerator bekannt, welcher aus einem Methanol-Luft-Gemisch in einer autothermen Reformereinheit Wasserstoff erzeugt. Hierbei ist in der Reformereinheit ein Thermoelement angeordnet, welches eine Luftzufuhr in das Methanol-Luft-Gemisch derart beeinflusst, daß mit zunehmender Temperatur am Ort des Thermoelementes im Reformerverfahren die Luftzufuhr reduziert wird.

In einer Weiterentwicklung dieser Anordnung beschreibt die WO 96/00186 einen Wasserstoffgenerator, wobei der Katalysator um ein Einlaßrohr für das Methanol-Luft-Gemisch derart angeordnet ist, daß das Methanol-Luft-Gemisch radial durch den Katalysator hindurchströmt.

Die DE 43 45 319 C2 und die DE 43 29 323 C2 beschreiben ein Brennstoffzellenstromerzeugungssystem, wobei aus einem Methanol-Wasser-Gemisch in einer Reformereinheit Wasserstoff erzeugt wird. Dieser Wasserstoff wird einer nachgeschalteten Brennstoffzelle zum Erzeugen elektrischer Energie zugeführt. Zum Erzeugen einer ausreichenden Reaktionswärme im Reformerverfahren wird ein Teil des Methanols nicht dem Methanol-Wasser-Gemisch zugefügt, sondern in einem zusätzlichen Brenner verbrannt.

Aus der DE 196 29 084 A1 ist ein Elektrofahrzeug mit einer Antriebsbatterie aus Brennstoffzellen bekannt, wobei die Brennstoffzellen derart angeordnet sind, daß diese von einem Fahrtwind gekühlt werden.

In dem Artikel "Heureka?" in der DE-Z Autotechnik Nr. 5/1997, Seiten 20/21 wird ein Kraftfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb beschrieben, wobei der zum Betrieb der Brennstoffzellen erforderliche Wasserstoff im Fahrzeug selbst aus Benzin gewonnen wird. In einem mehrstufigen Prozeß wird dabei das Benzin in Wasserstoff umgewandelt. Vor der Umwandlung wird das Benzin in einem Verdampfer durch Erhitzen in gasförmigen Zustand gebracht. In einem Teilverbrennungsreaktor entsteht unter Sauerstoffmangel Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Zum Oxidieren des Kohlenmonoxids sind Kupferoxid- und Zinkoxid-Katalysatoren vorgesehen, wobei Wasserdampf als Sauerstofflieferant für die Reaktion zugeführt wird. In einem weiteren Schritt wird ein letzter Anteil von Kohlenmonoxid von ca. 1% in einem konventionellen Platin-Oxidationskatalysator unter Luftzufuhr nachverbrannt. Das so erhaltene Gemisch aus Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid enthält noch 10 ppm Kohlenmonoxid, was für eine nachgeschaltete Brennstoffzelle unbedenklich ist. Nach einer Abkühlung auf ca. 80 Grad Celsius in einem Wärmetauscher wird daher das Gas in die Brennstoffzelle geleitet.

Aus dem Artikel "Alternative Fuel" in der JP-Zeitschrift Asia-Pacific Automotive Report, 20.01.1998, Vol. 272, Seite 34 bis 39 ist ein ähnliches Brennstoffzellensystem für Kraftfahrzeuge bekannt, wobei eine Methanolreformereinheit zum Erzeugen von Wasserstoff für eine Brennstoffzelle vorgesehen ist. Hierbei wird bei der elektrochemischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff erzeugtes Wasser für den Reformierprozeß wiederverwendet. Für den Reformierprozeß wird deionisiertes Wasser und Methanol gemischt, verdampft und in Wasserstoff und Kohlendioxid bei einer Temperatur von 250 Grad Celsius umgewandelt. Dieser Wasserstoff wird einer Brennstoffzelle zugeführt, welche diesen zusammen mit Luftsauerstoff in einem katalytischen Prozeß in elektrische Energie und Wasser umwandelt. Die zum Verdampfen und für den Reformierprozeß erforderliche Wärmeenergie wird in einem der Brennstoffzelle nachgeschalteten katalytischen Brenner erzeugt, welcher mit Restgas aus der Brennstoffzelle betrieben wird. Dieses Gas enthält Wasserstoff, da die Brennstoffzellenanordnung lediglich etwa 75% des zugeführten Wasserstoffs verwertet. Sofern nicht genügend Restwasserstoff für den katalytischen Brenner zur Verfügung steht, wird Methanol aus dem Kraftstofftank zur Wärmegewinnung für den Reformier verwendet. Vor dem Einleiten des im Reformier erzeugten Gases mit Wasserstoffanteil, wird dieses Gas mittels einer katalytischen Reaktion gereinigt, wobei Kohlenmonoxid

in Kohlendioxid umgesetzt wird. In einer dargestellten Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems für ein Kraftfahrzeug umfaßt der Methanolreformer einen Verdampfer, einen Reformer und ein Oxidationseinheit für Kohlenmonoxid.

Die DE 43 22 765 C1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur dynamischen Leistungsregelung für ein Fahrzeug mit Brennstoffzelle, welche eine elektrische Antriebseinheit mit elektrischer Energie versorgt. Ausgehend von einer Leistungsanforderung entsprechend einer Fahrpedalstellung wird ein Luftmassenstrom berechnet, welcher zur Bereitstellung einer entsprechenden Solleistung seitens der Brennstoffzelle benötigt wird. Ein in einer Ansaugleitung der Brennstoffzelle angeordneter Kompressor wird entsprechend dem benötigten Luftstrom in seiner Drehzahl geregelt.

Aus der EP 0 629 013 B1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Luftversorgung eines Brennstoffzellensystems bekannt. Hierbei wird eine Prozeßluft mittels eines Verdichters vor einem Eintritt in eine entsprechende Brennstoffzelle verdichtet. Nach dem Durchströmen der Brennstoffzelle wird die abgeführte Abluft zur Energierückgewinnung über eine Turbine entspannt, wobei die Turbine, der Verdichter und ein zusätzlicher Antriebsmotor auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sind. Der Verdichter ist drehzahlveränderlich ausgebildet und mit einem Expander als Turbine zum Entspannen der Abluft auf einer gemeinsamen Welle angeordnet. Durch Verwendung eines Expanders mit veränderlichem Schluckvermögen erfolgt eine Luftstromregelung für die Brennstoffzelle.

Aus der WO 97/16648 ist ein Schraubenkompressor für einen Kühlschrank bekannt. Dieser Schraubenkompressor umfaßt zwei Pumpkammern, wobei ein Auslaß einer ersten Pumpkammer mit einem Sekundäreinlaß einer zweiten Pumpkammer verbunden ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Brennstoffzellensystem der oben genannten Art derart weiter zu entwickeln, daß ein wirtschaftlicher und umweltfreundlicher Einsatz zum Erzeugen elektrischer Energie, insbesondere für ein Antriebssystem eines Kraftfahrzeuges, bei hohem Wirkungsgrad und kleinem Bauraum ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Brennstoffzellensystem der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen und durch ein Verfahren der o.g. Art mit den in An

spruch 10 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Dazu ist es bei einem Brennstoffzellensystem erfindungsgemäß vorgesehen, daß eine Wasserinspritzeinrichtung an der Oxidationseinrichtung vorgesehen ist, welche in diese Wasser einspritzt.

Dies hat den Vorteil, daß gleichzeitig mit der Entfernung von Kohlenmonoxid aus einem Prozeßgas aus der Reformereinheit mit hohem Wasserstoffanteil für die Brennstoffzelleneinheit eine ausreichende Abkühlung bzw. Vorkühlung erfolgt, so daß das Prozeßgas ohne eine aufwendige Kühleinrichtung bzw. mit einer entsprechend geringer aufwendigen Kühleinrichtung zur Brennstoffzelleneinheit geleitet werden kann. Ferner liefert das eingespritzte Wasser auch einen für die Oxidation von Kohlenmonoxid erforderlichen Sauerstoff, wobei gleichzeitig durch diese Oxidationsreaktion zusätzlich Wasserstoff freigesetzt wird, so daß eine separate Sauerstoffzuführung zur Oxidationseinrichtung mengenmäßig verringert werden kann und gleichzeitig ein Wasserstoffanteil im Prozeßgas erhöht wird. Bei gleicher Leistung kann durch die zusätzliche Wasserstoffanreicherung in der Oxidationseinrichtung das Brennstoffzellensystem kleiner dimensioniert werden. Dies reduziert in entsprechender Weise einen Bauraumbedarf sowie einen apparativen Aufwand des Brennstoffzellensystems.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Reformereinheit einen Mischer für den Rohstoff und eine sauerstoffhaltige Substanz, insbesondere Wasser und/oder Luft, auf.

Einen geschlossenen Wasserkreislauf ohne die Notwendigkeit große Mengen Wasser für den Reformierprozeß mitführen zu müssen erzielt man dadurch, daß in einem Abgasstrom aus einer Kathode der Brennstoffzelleneinheit und/oder in einem Abgasstrom aus einer Anode der Brennstoffzelleneinheit eine Wasserseparationseinrichtung, insbesondere ein Kondensator, vorgesehen ist, welcher im entsprechenden Abgas enthaltenes Wasser absepariert und einer der autothermen Reformereinheit vorgeschalteten Wasserspeichereinrichtung zuführt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein separater Wasserkreislauf vorgesehen, welcher die Wasserseparationseinrichtungen, die Brennstoffzelleneinheit, eine Luftzuführung an eine Kathode der Brennstoffzelleneinheit und/oder eine Luftzuführung an die Reformereinheit kühlt.

Zum Erzeugen einer entsprechenden, für die Reaktion in der Reformereinheit notwendigen Wärmeenergie ist ein katalytischer Brenner vorgesehen, welcher Abgas aus einer Anode der Brennstoffzelleneinheit verbrennt und entsprechende Abwärme der Reformereinheit über einen Wärmetauscher zuführt.

Eine alternative Wärmeerzeugung für die Reformereinheit erzielt man dadurch, daß der katalytische Brenner mit einem Vorratsbehälter für den Rohstoff verbunden ist.

Eine Energierückgewinnung erzielt man dadurch, daß in einem Abgasstrom einer Kathode der Brennstoffzelleneinheit ein Expander und in einem Zuluftstrom der Brennstoffzelleneinheit ein Kompressor, insbesondere ein zweistufiger Kompressor, vorgesehen ist, welche auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sind.

Ein solcher zweistufiger Kompressor bzw. Verdichter erhöht die Umweltfreundlichkeit und den Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystemes weiter, in dem über zwei abgreifbare Druckstufen Luftdrücke mit verschiedenem Niveau dem weiteren System zur Verfügung gestellt werden. Über eine erste Stufe mit einem relativ niedrigen Druck wird die Kathode der Brennstoffzelleneinheit beaufschlagt, während die mit einem höheren Druck versehene zweite Stufe zunächst der Reformereinheit zugeführt wird und aufgrund ihres relativ höheren Druckniveaus die im weiteren Weg auftretenden Druckverluste soweit kompensiert, daß die Brennstoffzelleneinheit auf der Anoden- und auf der Kathodenseite näherungsweise mit dem gleichen Druck beaufschlagt wird.

Zweckmäßigerweise ist der Rohstoff eine Wasserstoff enthaltende Substanz, insbesondere Methanol oder Benzin.

Bei einem Verfahren der o.g. Art ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß bei der Oxidation von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid Wasser eingespritzt wird.

Dies hat den Vorteil, daß gleichzeitig mit der Entfernung von Kohlenmonoxid aus einem Prozeßgas aus dem Reformierprozeß mit hohem Wasserstoffanteil für die Brennstoffzelleneinheit eine ausreichende Abkühlung bzw. Vorkühlung erfolgt, so daß das Prozeßgas ohne eine aufwendige Kühleinrichtung bzw. mit einer entsprechend geringer aufwendigen Kühleinrichtung zur Brennstoffzelleneinheit geleitet werden kann. Ferner liefert das eingespritzte Wasser auch einen

für die Oxidation von Kohlenmonoxid erforderlichen Sauerstoff, wobei gleichzeitig durch diese Oxidationsreaktion zusätzlich Wasserstoff freigesetzt wird, so daß eine separate Sauerstoffzuführung zur Oxidationseinrichtung mengenmäßig verringert werden kann und gleichzeitig ein Wasserstoffanteil im Prozeßgas erhöht wird. Bei gleicher Leistung kann durch die zusätzliche Wasserstoffanreicherung in der Oxidationseinrichtung das Brennstoffzellensystem kleiner dimensioniert werden. Dies reduziert in entsprechender Weise einen Bauraumbedarf sowie einen apparativen Aufwand des Brennstoffzellensystems.

Für einen hohen Wirkungsgrad der Wasserzuführung wird dieses dampfförmig oder aerosolförmig eingespritzt.

Eine zusätzliche Wirkungsgraderhöhung der Brennstoffzelleneinheit kann dadurch erzielt werden, daß einem Prozeßgas zwischen Oxidation von Kohlenmonoxid und Brennstoffzelleneinheit und/oder einer Kathode der Brennstoffzelleneinheit komprimierte Luft zugeführt wird.

Einen geschlossenen Wasserkreislauf ohne die Notwendigkeit große mengen Wasser für den Reformierprozeß mitführen zu müssen erzielt man dadurch, daß aus einem Abgasstrom aus einer Kathode der Brennstoffzelleneinheit und/oder aus einem Abgasstrom aus einer Anode der Brennstoffzelleneinheit Wasser separiert und dem Reformierprozeß zugeführt wird.

Zum Erzeugen einer entsprechenden, für die Reaktion des Reformierprozesses notwendigen Wärmeenergie wird ein Abgas aus einer Anode der Brennstoffzelleneinheit verbrannt und dem Reformierprozeß eine entsprechende Abwärme zugeführt.

Eine alternative Wärmeerzeugung für die Reformiereinheit erzielt man dadurch, daß Rohstoff verbrannt und eine entsprechende Wärmeenergie dem Reformierprozeß zugeführt wird.

Zweckmäßigerweise wird als Rohstoff eine Wasserstoff enthaltende Substanz, insbesondere Methanol oder Benzin, verwendet.

Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung. Diese zeigt ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems.

In diesem Brennstoffzellensystem wird Wasserstoff für eine Brennstoffzelleneinheit 10 mit einer Anode 12, einer Kathode 14 und einem Kühlelement 16 mittels einer autothermen Reformereinheit 18 erzeugt, welche einen Mischer 20, einen Wärmetauscher 22, einen Verdampfer 24 und einen katalytischen Reformer 26 umfaßt. Zur Erzeugung von Wasserstoff wird beispielsweise Methanol als Rohstoff aus einem Methanoltank 28 und Wasser aus einem Wassertank 30 dem Mischer 20 zugeführt. In dem Verdampfer 24 wird das Gemisch aus Methanol und Wasser verdampft und in dem katalytischen Reformer 26 wird in einer katalytischen Reaktion ein Prozeßgas in Form eines Rohgases 32 mit hohem Anteil an Wasserstoff erzeugt.

Dieses Rohgas enthält unter anderem Kohlenmonoxid (CO), welches vor dem Einleiten in die Brennstoffzelleneinheit 10 entfernt werden muß. Hierzu wird das Rohgas 32 in eine Oxidationseinheit 34 geleitet, wo unter Zuführung von Luft über Leitung 36 das Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid (CO₂) oxidiert wird, so daß sich ein CO-Gehalt kleiner 20 ppm ergibt. Gleichzeitig erfolgt über eine Leitung 44 eine Zuführung von Wasser aus dem Wassertank 30, wobei das zugeführte Wasser mit einer Einspritzvorrichtung 46 in die Oxidationseinheit 34 eingespritzt wird. Dies führt zu einer gleichzeitigen Kühlung des Prozeßgases in der Oxidationseinheit 34. Diesem so erzeugten und abgekühlten Reingase 38 wird in einem Anodengaskondensator 40 Wasser entzogen, welches über Leitung 42 dem Wassertank 30 zurückgeführt wird. Anschließend wird das Reingase 38 mit einem hohen Gehalt an Wasserstoff in die Anode 12 der Brennstoffzelleneinheit 10 geleitet. Das Reingase 38 beinhaltet beispielsweise 50% H₂, 25% N₂ und 25% CO₂ bei einer Temperatur von etwa 180 bis 200 Grad Celsius. In dem Anodengaskondensator 40 wird es weiter auf beispielsweise etwa 85 Grad Celsius vor dem Einleiten in die Anode 12 abgekühlt.

Auf der Kathodenseite 14 wird der Brennstoffzelleneinheit 10 über Leitung 48 aus einem zweistufigen Schraubenkompressor 50 komprimierte Luft zugeführt. Alle Luftleitungen sind in der Fig. mit gestrichelter Linie gekennzeichnet. Auf diese Weise erzeugt die Brennstoffzelleneinheit in bekannter Weise mittels der Reaktion



elektrische Energie, welche an den Elektroden 12, 14 abgreifbar und einem Elektromotor 52 zuführbar ist. Der zweistufige Schraubenkompressor 50 umfaßt eine erste Stufe 54 mit beispielsweise etwa 3 bar Druck für die Kathode 14 und eine zweite Stufe 56 mit beispielsweise 3,7 bar Druck für das der Anode 12 zuzuführende Brenngas, also dem dehydrierten Reingase 38.

Mittels eines weiteren Abgriffes am Schraubenkompressor 50 wird über Leitung 58 komprimierte Luft dem Reingas 38 nach dem Anodengaskondensator 40 zugeführt.

Im Anodenabgasstrom 60 ist ein Wasserseparator 62 angeordnet, welcher aus dem Anodenabgas 60 Wasser separiert und über Leitung 64 dem Wassertank 30 zuführt. Im Kathodenabgasstrom 66 ist ein Kondensator 68 angeordnet, welcher dem Kathodenabgas 66 Wasser entzieht und über Leitung 70 dem Wassertank 30 zuführt. Auf diese Weise ist für das Prozeßgas ein geschlossener Wasserkreislauf ausgebildet, so daß für die Herstellung von Wasserstoff in der Reformereinheit 18 keine großen Wassermengen mitgeführt werden müssen.

Zur Kühlung der Luftzufuhr an den Mischer 20, des Anodengaskondensators 40, des Wasserseparators 62, des Kondensators 68 und der Luftzuführung 48 an die Kathode 14 ist ein separater Wasserkreislauf 72 vorgesehen, welcher mit gewellten Linien gekennzeichnet ist. Dieser separate Wasserkreislauf 72 umfaßt einen Kühlwasserbehälter 74, einen Wasserbehälter mit Deionisation 76 und entsprechende Wärmetauscher 78 und 80 jeweils bei der Luftzuführung 48 an die Kathode 14 und bei der Luftzuführung an den Mischer 20.

Der Anodenabgasstrom 60 strömt in einen katalytischen Brenner 82, in dem das Anodenabgas 60 unter Erzeugung von Wärmeenergie weiter verbrannt wird. Diese Wärmeenergie wird dem Verdampfer 24 und dem katalytischen Reformier 26 mittels des Wärmetauschers 22 weitergegeben und hält dort die katalytische Reaktion zur Erzeugung von Wasserstoff aufrecht. Dem katalytischen Brenner 82 wird über eine Leitung 84 Luft zugeführt. Nach dem katalytischen Brenner 82 wird dem Anodenabgas 60 optional über Leitung 86 Wasser aus dem Wassertank 30 zugeführt. Über eine Leitung 88 ist dem katalytischen Brenner 82 wahlweise Methanol aus dem Methanoltank 28 zuführbar, so daß auch bei nicht ausreichendem Anodenabgasstrom 60, beispielsweise beim Anfahren des Brennstoffzellensystems, eine ausreichende Wärmeenergieerzeugung für die Reformereinheit 18 gewährleistet ist.

Der Kathodenabgasstrom 66 wird in einem Wärmetauscher 90 des separaten Wasserkreislaufes 72 gekühlt und ist anschließend über einen Wärmetauscher 92 thermisch mit dem Anodenabgasstrom 60 verbunden, bevor beide Abgasströme 60 und 66 das System verlassen.

Der Kathodenabgasstrom 66 wird dabei über eine Expansionsturbine 94 geleitet, welche zusammen mit einem Kompressor 96 zum Ansaugen von Luft 98, welcher als Eingangsstufe vor

dem zweistufigen Kompressor 50 vorgesehen ist, auf einer gemeinsamen Welle 100 angeordnet. Hierdurch wird in dem Kathodenabgasstrom 66 enthaltene Energie für eine Kompression von Luft 98 im Kompressor 96 zurückgewonnen.

Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform durch hohen Wirkungsgrad und geringen Raumbedarf und geringen apparativen Aufwand ergibt sich in der Kombination des zweistufigen Kompressors 50, der autothermen Reformereinheit 18 mit der zusätzlich kühlenden Wassereinspritzung 46 bei der selektiven Oxidation des Kohlenmonoxids (CO) in der Oxidationseinheit 34 zusammen mit einem autarken Wasserkreislauf 30, 40, 42, 62, 64, 68, 70.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Brennstoffzellensystem, insbesondere als Antriebssystem eines Kraftfahrzeuges, mit einer Reformereinheit (18) zum Erzeugen von Wasserstoff aus einem Energieträger, insbesondere einem flüssigen Rohstoff (28) zum Betreiben einer nachgeschalteten Brennstoffzelleneinheit (10), wobei zwischen Reformereinheit (18) und Brennstoffzelleneinheit (10) eine Oxidationseinrichtung (34) zum Umwandeln von Kohlenmonoxid in Kohlendioxid angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine Einspritzvorrichtung (26) für Wasser an der Oxidationseinrichtung (34) vorgesehen ist, welche in diese Wasser einspritzt.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Reformereinheit (18) einen Mischer (20) für den Rohstoff (28) und eine sauerstoffhaltige Substanz (30), insbesondere Wasser und/oder Luft, aufweist.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein zweistufiger Verdichter (49) vorgesehen ist, welcher komprimierte Luft einem Prozeßgas (38) zwischen Oxidationseinrichtung (34) und Brennstoffzelleneinheit (10) und/oder einer Kathode (14) der Brennstoffzelleneinheit (10) zuführt.
4. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
in einem Abgasstrom (66) aus einer Kathode (14) der Brennstoffzelleneinheit (10) und/oder in einem Abgasstrom (60) aus einer Anode (12) der Brennstoffzelleneinheit (10) und/oder in einem Reingasstrom (38) aus der Oxidationseinheit (34) eine Wasserseparationseinrichtung (40,62,68), insbesondere ein Kondensator, vorgesehen ist, welcher im entsprechenden Gas (38,60,66) enthaltenes Wasser absepariert und einer der

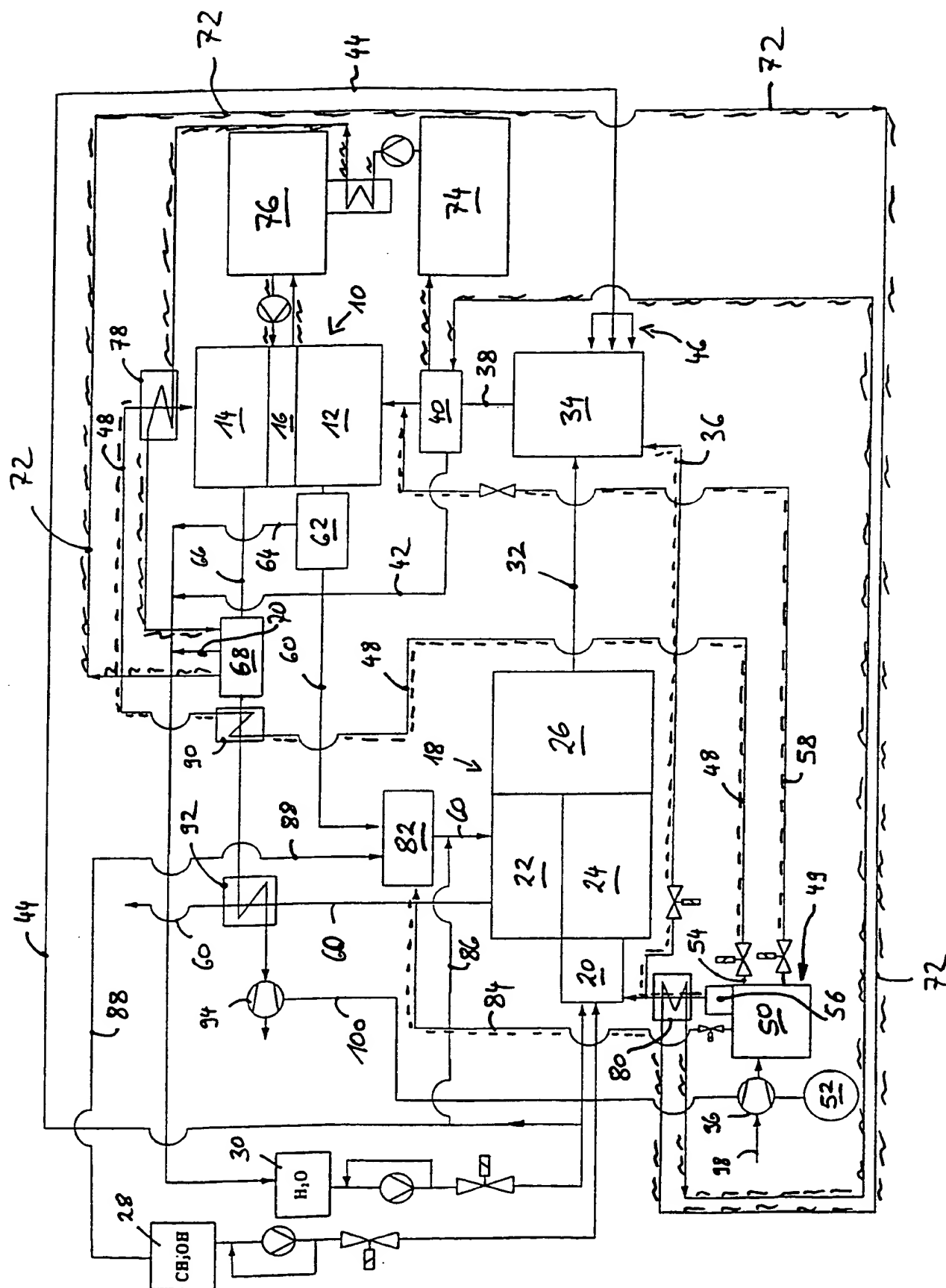
autothermen Reformereinheit (18) vorgeschalteten Wasserspeichereinrichtung (30) zuführt.

5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein separater Wasserkreislauf (72) vorgesehen ist, welcher wenigstens eine der Wasserseparationseinrichtungen (40,62,68), die Brennstoffzelleneinheit (10,16), eine Luftzuführung (48) an eine Kathode (14) der Brennstoffzelleneinheit (10) und/oder eine Luftzuführung an die Reformereinheit (18,20) kühlt.
6. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein katalytischer Brenner (82) vorgesehen ist, welcher Abgas (60) aus einer Anode (12) der Brennstoffzelleneinheit (10) verbrennt und entsprechende Abwärme der Reformereinheit (18) über einen Wärmetauscher (22) zuführt.
7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
der katalytische Brenner (82) mit einem Vorratsbehälter (28) für den Rohstoff verbunden ist.
8. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
in einem Abgasstrom (66) einer Kathode (14) der Brennstoffzelleneinheit (10) ein Expander (94) und in einem Zuluftstrom (98) der Brennstoffzelleneinheit (10) ein Kompressor (96), insbesondere eines zweistufigen Kompressors (50), vorgesehen ist, welche auf einer gemeinsamen Welle (100) angeordnet sind.
9. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Rohstoff (28) eine Wasserstoff enthaltende Substanz, insbesondere Methanol oder Benzin, ist.

10. Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie mittels eines Brennstoffzellensystems, insbesondere für ein Antriebssystem eines Kraftfahrzeuges, wobei zum Betreiben einer Brennstoffzelleneinheit Wasserstoff in einem Reformerverprozeß aus einem Rohstoff erzeugt wird, wobei nach dem Reformerverprozeß und vor der Brennstoffzelleneinheit Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid oxidiert wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
bei der Oxidation von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid Wasser eingespritzt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Wasser dampfförmig oder aerosolförmig eingespritzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
einem Prozeßgas zwischen Oxidation von Kohlenmonoxid und Brennstoffzelleneinheit und/oder einer Kathode der Brennstoffzelleneinheit komprimierte Luft zugeführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
aus einem Abgasstrom aus einer Kathode der Brennstoffzelleneinheit und/oder aus einem Abgasstrom aus einer Anode der Brennstoffzelleneinheit Wasser separiert und dem Reformerverprozeß zugeführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Abgas aus einer Anode der Brennstoffzelleneinheit verbrannt und eine entsprechende Abwärme dem Reformerverprozeß zugeführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
Rohstoff verbrannt und eine entsprechende Wärmeenergie dem Reformerverprozeß zugeführt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Rohstoff eine Wasserstoff enthaltende Substanz, insbesondere Methanol oder Ben-
zin, verwendet wird.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)
